



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**77-ї НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ПРОФЕСОРІВ,
ВИКЛАДАЧІВ, НАУКОВИХ ПРАЦІВНИКІВ,
АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

16 травня – 22 травня 2025 р.

ІНЖЕНЕРНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКІВ ШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

За результатами виконаних у Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» комплексних теоретичних і експериментальних досліджень [1] надані пропозиції до п. 4.6.5 ДСТУ [2] можуть бути викладені у такій редакції.

Опір шпонкового стику V_{Rd} повинен задовільняти умові:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}, \quad (1)$$

де V_{Ed} – поперечна сила (рис. 1).

Опір бетонної шпонки зминанню (діагональному зрізу) дорівнює:

$$V_{Rd1} = f_{cd} b_k l_k, \quad (2)$$

де f_{cd} – розрахункова міцність бетону на стиск; b_k – ширина шпонки; l_k – висота шпонки.

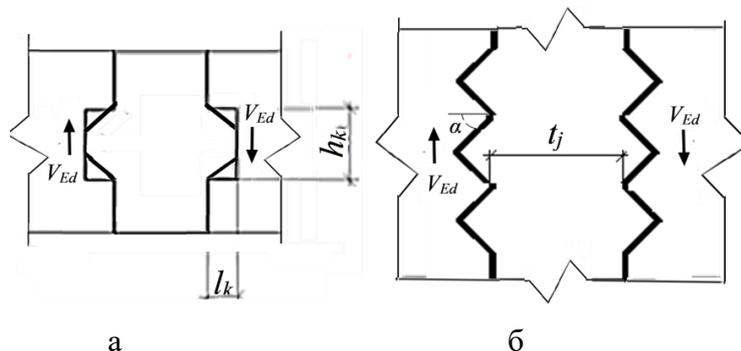


Рис. 1. До розрахунку з'єднань шпонкового профіля: а – прямокутного та трапецієвидного; б – трикутного

Максимальній величині опору бетонної шпонки $V_{Rd,max}$ за умови рівності опорів при зминанні та зрізі $V_{Rd1} = V_{Rd2}$ відповідає відношення глибини шпонки до її висоти із врахуванням розрахункових характеристик міцності бетону на осьовий розтяг f_{ctd} та стиск f_{cd} : $l_{k1,2} / h_{k1,2} = \frac{1}{8} + f_{ctd} / f_{cd}$.

Опір бетонної шпонки зрізу при $l_k / h_k > l_{k1,2} / h_{k1,2}$ визначається із рівняння:

$$V_{Rd2} = \varphi_k V_{Rd,max}, \quad (3)$$

$$\text{де } \varphi_k = 1 - \frac{2}{3} \left(l_k / h_k - l_{k1,2} / h_{k1,2} \right)^2; \quad V_{Rd,max} = (f_c / 8 + f_{ctd}) b_k l_k.$$

Опір обтиснутої бетонної шпонки із урахуванням нахилу її навантаженої грані визначається із рівняння:

$$V_{Rd,\sigma} = \varphi_{\sigma} \varphi_{\alpha} V_{Rd,2}, \quad (4)$$

де $\varphi_{\sigma} = 1 + \eta_{\sigma} - \eta_{\sigma}^2$, $\varphi_{\alpha} = 1 + 0,35\sqrt{\eta_{\sigma}}$, тут $\eta_{\sigma} = \sigma_n / f_{cd}$ – рівень обтиснення, що не повинен перевищувати $0,5f_{cd}$; $\varphi_{\alpha} = 1 + 0,15 \tan \psi$, тут ψ – кут нахилу навантаженої грані.

Опір армованої шпонки дорівнює:

$$V_{Rd,sw} = \varphi_{sw} \varphi_{\alpha} V_{Rd,2}, \quad (5)$$

де $\varphi_{sw} = 1 + 0,35\sqrt{\rho_{sw} f_{yd} / f_{cd}}$, тут $\rho_{sw} = A_{sw} / sb_k$ – процент армування, який не повинен перевищувати $\rho_{sw} = 0,5f_{cd} / f_{yd}$.

Рекомендується приймати:

– для одношпонкового бетонного стика (рис. 1, а) без бокового обтиснення прямокутну шпонку глибиною $l_k \geq 50$ мм за відношення $l_k / h_k = 1 / 4$;

– при армуванні або боковому обтисненні – трапецієподібну з кутом нахилу навантаженої грані 45° ;

– для багатошпонкового стика трикутний профіль із безперервним розташуванням шпонок;

– відношення розмірів бетонних шпонок для уникнення крихкого їх руйнування слід приймати в інтервалі $1 / 4 \leq l_k / h_k = 1 / 2$;

– при поперечному армуванні або обтисненні вказаний інтервал можливо збільшити до $l_k / h_k = 1$ за $\rho_{sw} = 1,5\%$ і $\sigma_n / f_{cd} = 0,5$.

Опір багатошпонкового стика дорівнює:

$$V_{Rd,3} = \varphi_n V_{Rd,2} (V_{Rd,\sigma}, V_{Rd,sw}), \quad (6)$$

де $\varphi_n = n^{0,7}$, тут n – кількість шпонок в стику.

Рекомендується приймати не більше 5 шпонок.

Опір шпонкового з'єднання за швом визначається із наступної залежності:

$$V_{Rd,3} = 0,6\sqrt{f_{cd} f_{ctd}} bh \left(1 - 0,5 \frac{t_j}{nh_k + (n-1)h_1} \right), \quad (7)$$

де b – товщина стика; h – загальна висота стика (відстань між навантаженими гранями крайніх шпонок сусідніх профілів); t_j – ширина шва; h_1 – відстань між шпонками.

Література:

1. Довженко О.О. Стикові з'єднання з підвищеним опором зрізу: теоретичні й експериментальні дослідження: Монографія/ О.О. Довженко. – Житомир: Видавничий дім «Бук-Друк», 2024. – 200 с. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – К.: Мінрегіон України, 2011. – 118 с.